

Vysoká škola báňská - Technická univerzita

Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra ochrany obyvatelstva

**Reprezentace znalostí pro účely havarijního
plánování**

Student: Bc. Kateřina Gruňová

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavel Šenovský, Ph.D.

Studijní obor: Bezpečnostní plánování

Datum zadání diplomové práce: 13. 6. 2013

Termín odevzdání diplomové práce: 18. 4. 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Katedra ochrany obyvatelstva

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Kateřina Gruňová**
Studijní program: N3908 Požární ochrana a průmyslová bezpečnost
Studijní obor: 3908T007 Bezpečnostní plánování
Téma: **Reprezentace znalostí pro účely havarijního plánování**
Knowledge Representation for the Purposes of Emergency Planning

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Vytvořit formální reprezentaci znalostí vybraných scénářů mimořádných událostí pro účely havarijního plánování

Charakteristika práce:

Analyzovat vybrané scénáře mimořádných událostí s cílem identifikace znalostí významných z hlediska havarijního plánování. Takto získané údaje formalizovat do podoby bezpečnostně orientované ontologie.

Seznam doporučené odborné literatury:

Zongxiao Yang, Chuanye Cheng, Zhiqiang Feng. Construction of Ontology-based Safety Assessment System for Power Plants. In: Networking, Sensing and Control, 2008, s. 1092 – 1096, ISBN 978-1-4244-1686-8, DOI 10.1109/ICNSC.2008.4525379

Protégé [online]. Dostupné z <http://protege.stanford.edu/> [cit. 2013-04-12]


NOY, Natalya F., MCGUINNESS, Deborah L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology [online]. Dostupné z http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html [cit.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Pavel Šenovský, Ph.D.**

Datum zadání: 13.06.2013

Datum odevzdání: 18.04.2014


doc. Ing. Vilém Adamec, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Poledňák, Ph.D.
děkan fakulty

Anotace

GRUŇOVÁ, Kateřina. *Reprezentace znalostí pro účely havarijního plánování*. Diplomová práce, Ostrava: VŠB – Technická Univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2014. Diplomová práce, vedoucí doc. Ing. Pavel Šenovský, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá vytvořením formální reprezentace znalostí vybraného scénáře mimořádné události pro účely havarijního plánování. Úkolem je takto získané údaje formalizovat do podoby bezpečnostně orientované ontologie. V první části práce jsou uvedeny teoretické poznatky z hlediska havarijního plánování a reprezentace znalostí. Poté následuje praktická část, ve které autorka popisuje scénář havárie v době úniku nebezpečné chemické látky při silniční přepravě. Průběh a řešení havárie je popsán prostřednictvím vytvořeného diagramu aktivit a diagramu tříd v jazyce UML. Implementace získaných znalostí do podoby ontologie je provedena v platformě Protégé.

Klíčová slova: Havarijní plánování; scénář havárie; ontologie; UML; Protégé

Annotation

GRUŇOVÁ, Kateřina. *Knowledge Representation for the Purposes of Emergency Planning*. Thesis, Ostrava: VŠB – Technická Univerzita Ostrava Faculty of Safety Engineering, 2014. Diploma thesis, supervisor doc. Ing. Pavel Šenovský, Ph.D.

Diploma thesis presents the creation of formal knowledge of the selected scenario of the emergency event for the emergency planning purposes. The aim is to synthesize these data to the safe-oriented ontology. The first part of the work gives an overview on theoretical knowledge of emergency planning. In practical part, author describes a scenario during a dangerous chemical substance leak during a transport. The process and a resolution of this accident is then described using a created activity and class diagram in language UML. Implementation of gained knowledge into an ontology is then made in a Protege platform.

Key words: Emergency planning; accident scenario; ontology; UML; Protégé

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Ostrava, 18. 4. 2014



Bc. Kateřina Gruňová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu doc. Ing. Pavlovi Šenovskému, Ph.D. za ochotu a užitečné rady při odborném vedení této diplomové práce.

Poděkování také patří mé rodině za finanční a morální podporu v době celého studia.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- jsem byl/a seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů;
- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava (dále jen VŠB – TUO), dostupná k prezenčnímu nahlédnutí;
- beru na vědomí, že VŠB – TUO má právo nevydělečně ke své vnitřní potřebě
- diplomovou/bakalářskou práci užít v souladu s § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má právo VŠB – TUO na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce
- využito softwaru poskytnutého VŠB – TUO nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Jméno, příjmení: Bc. Kateřina Gruňová

Adresa: Perunská 5, Hodonín, 695 04

Dne: 18. 4. 2014

Podpis:



1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst.

3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělků jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

Obsah

Úvod.....	1
1 Rešerše	3
2 Havarijní plánování.....	5
2.1 Klasifikace mimořádných událostí.....	6
2.2 Scénáře havarijních situací.....	8
2.3 Statistika havárií v Moravskoslezském kraji.....	9
2.4 Zdolávání MU s únikem NCHL.....	11
2.5 Přijetí hlášení.....	11
2.6 Práce zasahujících složek	13
3 Reprezentace znalostí	14
3.1 Typy reprezentace	14
3.2 Ontologické inženýrství	15
4 Jazyky a programy	17
4.1 Jazyk OWL.....	17
4.2 Jazyk UML.....	18
4.2.1 Diagramy UML.....	18
4.3 Programy ontologie	22
4.3.1 Protégé	22
4.3.2 Chimaera.....	23
4.3.3 Ontopia.....	23
5 Praktická část	24
5.1 Scénář havárie	24
5.2 UML – diagram aktivit.....	28

5.3	UML – třídní diagram	29
5.4	Protégé – implementace ontologie	33
6	Shrnutí výsledků	40
	Závěr	42
	Literatura.....	43
	Seznam obrázků	46
	Seznam tabulek	47
	Seznam příloh	48
	Příloha 1 Adresářová struktura přiloženého DVD.....	49

Seznam zkratek

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
JPO	Jednotky požární ochrany
MSK	Moravskoslezský kraj
MU	Mimořádná událost
NCHL	Nebezpečná chemická látka
OPIS	Operační a informační středisko
OWL	Web Ontology Language
TRINS	Transportní informační a nehodový systém
UML	Unified Modeling Language
UP	Unified Process
W3C	World Wide Web
ZZS	Zdravotní záchranná služba
ŽP	Životní prostředí

Úvod

V současné době dochází ke stále častějšímu výskytu technologických a technických havárií, a to z důvodu selhání lidského činitele, strojního zařízení nebo při výrobě, manipulaci a distribuci nebezpečných chemických produktů. K tomu se přidává narůstající výskyt přírodních mimořádných událostí. Z toho důvodu musíme být na tyto mimořádné události různého charakteru připraveni jak ze strany obyvatelstva, tak ze strany složek Integrovaného záchranného systému, i veřejné správy a společnosti.

Cílem diplomové práce je vytvořit reprezentaci znalostí pro účely havarijního plánování. Získané znalosti z oblasti havarijního plánování jsou implementovány do bezpečnostně orientované ontologie.

Autorka se při psaní práce zaměří na oblast řešení modelovaného scénáře vzniku havárie s přítomností chemické látky. Znalosti o řešeném požáru jsou čerpány z metodik určených pro jednotky požární ochrany. Účelem vytvořené ontologie je zachytit strukturu informací pro úspěšný zásah složek Integrovaného záchranného systému při řešení vzniklé havárie s únikem chemické nebezpečné látky. Ontologie svým schématem zobrazí část reality od vzniku havárie, přes ohlášení na dispečink až po výjezd zasahujících složek na místo události. Autorka se zabývá zkoumáním možností, jak lze existující a volně dostupné softwarové programy využít k tvorbě ontologie, jejíž účel by byl užitečný pro oblast havarijního plánování. Pro budování logické struktury, vzájemné spolupráce prvků v systému a v oblasti havarijního plánování je ontologie velkým přínosem. Ontologické inženýrství nabízí možnost se lépe, rychleji a jednodušeji rozhodovat v různých situacích, a to na základě vizualizace definovaných tříd, objektů a vzájemné propojenosti mezi nimi.

V první teoretické části se práce zabývá teoretickým popisem havarijního plánování, scénáři mimořádných událostí a uvedení do problematiky ontologického inženýrství. Součástí teoretické části je statistika mimořádných událostí v Moravskoslezském kraji.

V praktické části jsou získané údaje z havarijního plánování převedeny do formální podoby bezpečnostní ontologie. Vytvořené diagramy aktivit a tříd v jazyce UML zobrazují vznik, průběh a řešení scénáře havárie. Ontologie je vytvořena v programu Protégé v ontologickém jazyce OWL, do kterého jsou implementovány znalosti havarijního plánování.

1 Rešerše

ARLOW, Jim a NEUSTADT, Ila. *UML 2 a unifikovaný proces vývoje aplikací: objektově orientovaná analýza a návrh prakticky.* Vyd. 1. Překlad Bogdan Kiszka. Brno: Computer Press, a. s., 2007, 567 str. ISBN 978-80-251-1503-9 [3].

Publikace nabízí informace o objektově orientované analýze a jazyku UML. Lze se dozvědět základní informace o diagramech UML a způsoby jejich tvorby. Zmiňuje se i o metodice Unified Process.

MV GŘ HZS ČR. *Zásah s přítomností nebezpečné látky* [online]. Praha, 2004 [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/l-01-zasah-s-nl-pdf.aspx> [17].

Jedná se o metodické listy, popisující průběh zásahu složky HZS při úniku NCHL.

NOY, Natalya F., MCGUINNESS, Deborah L. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology* [online]. [cit. 2014-01-02]. Dostupné z: http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101-noy-mcguinness.html.

Průvodce popisuje ontologii a vývoj jejího vzniku. Obsahuje základní kroky k vytvoření ontologie, řešení definování hierarchie tříd a jejich vlastností a jaké jsou pravidla při vytváření ontologie.

Stanford Universtiy. *Protégé* [online]. 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://protege.stanford.edu> [22].

Webová stránka popisující open source Protégé. Platforma, která se zabývá modelováním ontologií. Soubor popisuje platformu, její vývoj, aplikaci a kdo ji využívá. Na této stránce je Protégé volně ke stažení.

SMETANA, Marek; KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše a KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše. *Havarijní plánování: varování, evakuace, poplachové plány, povodňové plány.* Vyd. 1. Brno: Computer Press, a. s., 2010. 166 str. ISBN 978-80-251-2989-0 [21].

Kniha popisuje účel a cíl havarijního plánování. Publikace se zabývá popisem havarijního plánu kraje, vnitřních a vnějších havarijních plánů, jejich zpracováním.

Zákon č. 239/2000 Sb., o Integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů (zákon o IZS), ve znění pozdějších předpisů [27].

Zákon vymezuje působnost a složky IZS, práva a povinnosti státních orgánů a právnických a podnikajících fyzických osob při mimořádných událostech přírodního a technologického charakteru a vyhlášení krizových stavů.

2 Havarijní plánování

Rostoucí počet přírodních a technologických mimořádných událostí, vede odpovědné pracovníky k zaměření se na analýzu rizik, na hodnocení a řízení rizik, která hrozí obyvatelstvu, jejich majetku a životnímu prostředí. Ochranou společnosti a minimalizací následků mimořádných událostí se zabývá havarijní a krizové plánování [24].

Havarijní plánování patří mezi preventivní nástroje, je to souhrn opatření, která vytvářejí havarijní připravenost oblasti, okresu nebo obce či subjektů k řešení mimořádných událostí technologického a přírodního charakteru. Cílem tohoto plánování je najít existující rizika, zabývat se jimi – nalézt informace o nich, minimalizovat škodlivé účinky mimořádných událostí na životy a zdraví osob, životní prostředí, zvířata, majetek. Důležité je stanovit preventivní opatření k omezení nebo odvrácení mimořádných událostí a stanovit způsob likvidace následků [21].

Havarijní plánování zajišťují v poslušnosti ministerstva a jiné správní úřady, dotčené právnické a podnikající fyzické osoby. Zabývají se plánováním opatření na provádění záchranných a likvidačních prací při vzniku mimořádné události (dále jen MU), a to s použitím dostupných sil a prostředků [21].

Těžištěm havarijního plánování je vypracování havarijních plánů. Dokumenty, které popisují činnosti a opatření prováděné při vzniku závažné havárie a slouží ke zmírnění dopadů havárie v okolí objektu – vnější havarijní plán nebo uvnitř objektu – vnitřní havarijní plán. Součástí havarijního plánování jsou zpracované scénáře možných havárií různého charakteru, odezvy na havárie, přípravu sil a prostředků, které jsou nutné pro odezvu závažné havárie [9]. Přesto, že jsou sepsány scénáře havárií, v realitě může nastat jiná událost, např. se může změnit množství uniklé chemické nebezpečné látky, meteorologické podmínky, počet mrtvých osob, a proto havarijní plány slouží hlavně jako improvizální dokument pro rozhodování [24].

2.1 Klasifikace mimořádných událostí

Způsob klasifikace mimořádných událostí slouží pro snadnější orientaci a zařazení sledovaných událostí a také pro jejich následné řízení a řešení. Mimořádné události se dělí podle příčin, rozsahu, charakteru a typu [5].

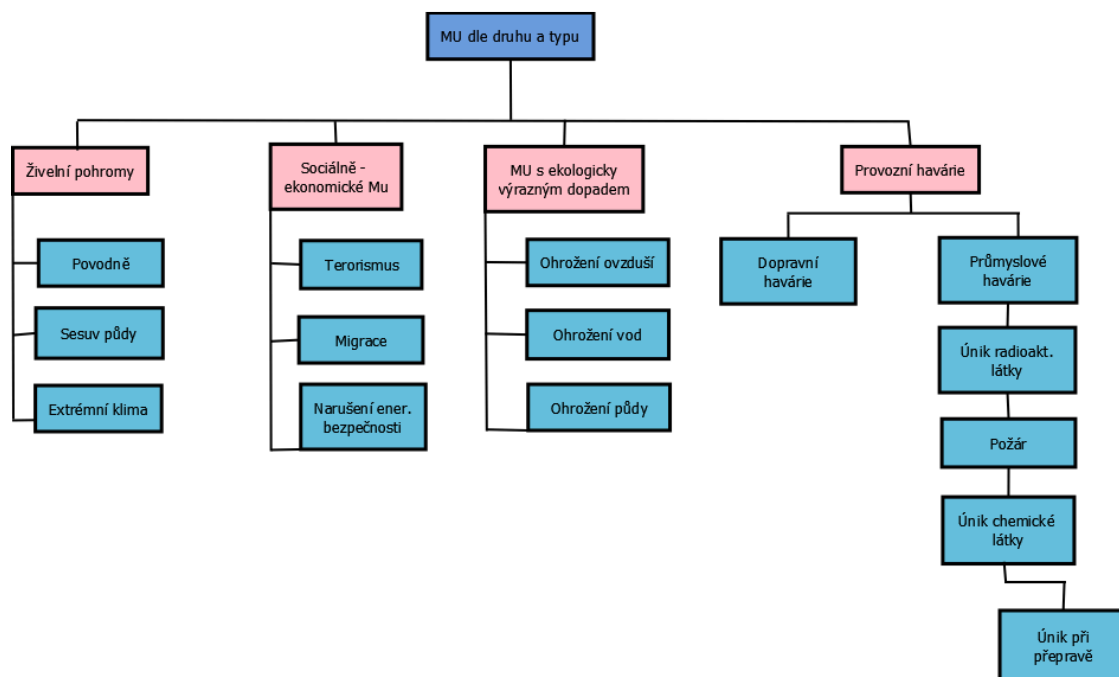
Mimořádná událost je chápána jako škodlivé působení sil a jevů vyvolané činností člověka, přírodními vlivy a také havárie, které ohrožují lidské životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí, a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací [27].

Mimořádná událost s únikem nebezpečné látky je chápána jako nepříznivá událost, kdy látka se dostala mimo kontrolu a ohrožuje obyvatelstvo, zvířata, životní prostředí, majetkové hodnoty [17].

Přírodní mimořádné události jsou způsobené přírodními jevy, lze je dělit na abiotické a biotické. Mezi abiotické přírodní události lze zařadit dlouhotrvající sucha, sesuvy půdy, zemětřesení, záplavy, povodně, mrazy, tornáda, apod. Mezi biotické přírodní události patří onemocnění většího počtu osob, zvířat, rostlin, přemnožení škůdců apod. [5].

Antropogenní mimořádné události jsou způsobené lidským činitelem. Lze je dělit na:

- **technogenní průmyslové havárie** – požáry, výbuchy, havárie v jaderných elektrárnách, dopravní nehody s únikem chemické látky apod.
- **sociogenní** – terorismus, sabotáže, extremismus, povstání, mezinárodní ozbrojené konflikty apod.
- **agrogenní MU** – degradace půdy, znečištění vodních zdrojů apod. [5].



Obr. 1 Klasifikace MU dle druhu a typu se zaměřením na únik NL při přepravě [5]

Obrázek č. 1 prezentuje mimořádné události podle druhu a typu se zaměřením na únik nebezpečné látky při přepravě. Události jsou děleny podle společného jmenovatele a charakteru projevu. Mimořádné události jsou rozděleny na konečné nebo kumulované typy. U kumulovaného typu dochází ještě na konečný typ [5].

V případě havárie s únikem NCHL při přepravě představuje druhové zařazení, tj. provozní havárie. Havárie, které vznikají v souvislosti v provozem technických zařízení, zpracováním, výrobou, skladováním nebo přepravou chemických látek. Podle obrázku č. 1 kumulovaný typ MU je únik NCHL, který je možné rozlišovat podle místa jeho úniku na únik z mobilního zdroje (např. ze zásobníku přepravovaného automobilu) nebo ze stacionárního zdroje (např. ze zásobníku průmyslové továrny) [5].

2.2 Scénáře havarijních situací

Součástí havarijních plánů jsou scénáře havarijních situací různého charakteru. Scénáře lze definovat jako určený sled událostí, které mohou způsobit ztráty na lidských životech nebo napáchat škody na majetku, popřípadě životním prostředí. Jejich účelem je zhodnotit nežádoucí následky, které vznikají při aktivaci škodlivého potenciálu nebezpečí.

Scénáře havarijních situací jsou posloupnostmi událostí, které vedou k určitému typu havárie a popisují průběh nepříznivé havárie. Vypracování scénářů je založeno na inženýrských zkušenostech a vyhodnocení nehod v minulosti.

Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky popisuje scénář jako variantní popis rozvoje havárie. Účelem scénáře je popis příčin, jejich návaznost na sebe a probíhající činnosti, které vedou ke zvládnutí průběhu nepříznivé havárie [20].

Důležité je modelovat scénář tak, aby byl připraven na všechny možné okolnosti, které mohou nastat. Musí se zabývat různými možnostmi rozvoje události a způsobem řešení havárie pro různé MU, které jsou nebezpečné pro obyvatelstvo a životní prostředí. Tak se lze přiblížit k reálné situaci a scénář efektivně využít při řešení havárií [5].

Scénář lze dělit na:

- a) **Referenční scénář** – je založen na předdefinovaných typech rizika a zařízení. Uvádí se jako nejhorší možný scénář nebo scénář s největší pravděpodobností.
- b) **Reprezentativní scénář** – je založen na podobných nehodách.
- c) **Nejhorší možný scénář** – popisuje událost, která má nejhorší dopad na lidi, majetek a složky životního prostředí.
- d) **Nejvěrohodnější scénář** – obsahuje informace o možných škodách a pravděpodobnosti výskytu havárií. Věrohodná havárie je ta, jejichž pravděpodobnost výskytu je vyšší než $1 \times 10^6 \cdot \text{rok}^{-1}$ a může způsobit nejméně jedno úmrtí [20].

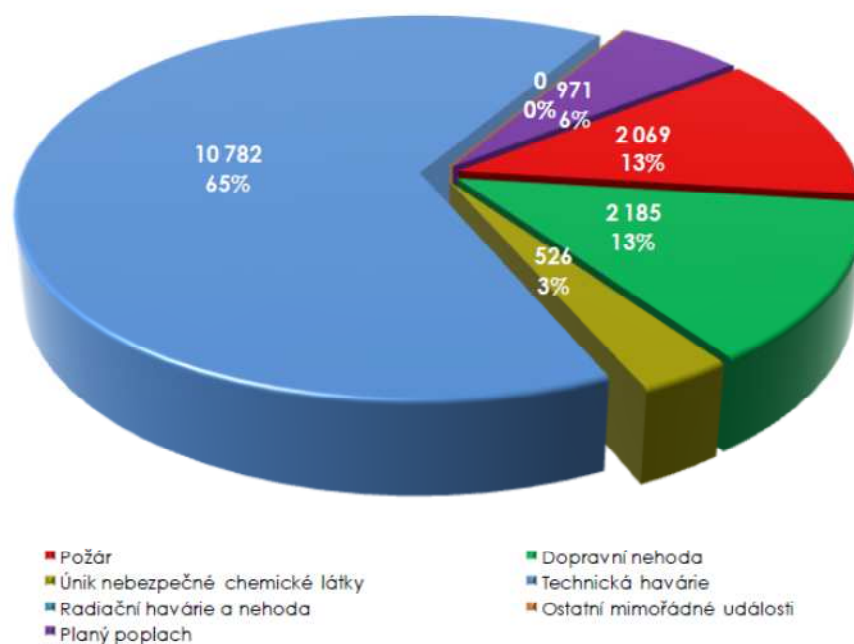
Z těchto důvodů jsou zpracovány havarijní karty, které jsou součástí vnějších havarijních plánů a havarijního plánu kraje. Podle těchto karet probíhají u provozovatelů zařazených do skupiny A nebo B podle zákona 59/2006 SB., o prevenci závažných havárií, v součinnosti s Integrovaným záchranným systémem (dále jen IZS) taktická a prověřovací cvičení jedenkrát za tři roky.

Cvičení probíhají podle určitého scénáře, který se snaží přiblížit realitě. Jeho úkolem je simulace konkrétní mimořádné události – např. únik nebezpečné látky při dopravní nehodě, zamoření ovzduší chemickou látkou, výpadek elektrického proudu, vznik požáru apod.

Cílem těchto cvičení je prověřit složky IZS, ale též připravenost společností a znalosti interních dokumentů zaměstnanců. Pokud v zóně havarijního plánování jsou i školská zařízení, prověřují se u nich ochranná opatření při vyhlášení havárie s únikem nebezpečné látky [6].

2.3 Statistika havárií v Moravskoslezském kraji

HZS MSK v roce 2013 evidoval celkem 16.533 mimořádných událostí. Údaje byly čerpány [1] z přehledu Hasičského záchranného sboru Moravskoslezského kraje z Aktuálního vydání statistického přehledu činností HZS MSK. Obrázek č. 2 ukazuje celkové grafické srovnání počtu událostí v Moravskoslezském kraji podle typu události. Podle statistiky v MSK největším podílem v roce 2013 byly zastoupeny technické havárie, při kterých zemřelo celkem 184 lidí. Velké zastoupení měly dopravní nehody, při kterých bylo usmrceno 80 osob. Třetí rizikovou skupinou bylo řešení požárů, při nichž zemřelo 20 osob a celková škoda byla vyčíslena na 183,4 mil. Kč [1].



Obr. 2 Srovnání celkového počtu událostí v kraji dle typu událostí v roce [1]

Statistika (obrázek č. 2) z roku 2013 ukazuje, že největším počtem mimořádných událostí v Moravskoslezském kraji byly zastoupeny technické havárie, vysokým počtem byly zastoupeny i dopravní nehody a požáry.

Rovněž statistika z roku 2013 uvádí počet 526 úniků nebezpečných chemických látek, což v porovnání s dopravními nehodami nebo požáry, představuje pouze 3% případů. V kraji se jedná převážně o únik ropných produktů (321 událostí) a plynů (145 událostí). V rámci těchto událostí bylo 29 zraněných osob a 2 usmrcení [1].

Diplomová práce je zaměřena na Moravskoslezský kraj, z toho důvodu, že se v něm vyskytuje velký počet podniků a zařízení, která ke své činnosti využívají nebezpečné chemické látky [6].

I přesto, že podle statistiky mimořádné události s únikem NCHL nejsou tak časté v MSK, než ostatní MU, autorka práce se zabývá problematikou úniku NCHL, protože při výrobě, skladování, manipulaci a přepravě může dojít k úniku chemických látek, požáru nebo výbuchu. Autorka se zaměří na nehody automobilových prostředků přepravujících

nebezpečné chemické látky. Z důvodu nepříznivých důsledků havárií s únikem NCHL se autorka rozhodla v praktické části zaměřit na modelaci scénáře havárie při přepravě nebezpečné látky. Tento scénář [5] představuje nejhorší variantu, protože předem nelze zjistit místo havárie, určit chemickou látku a rozsah úniku této látky.

2.4 Zdolávání MU s únikem NCHL

K úniku nebezpečné chemické látky může dojít při výrobě, manipulaci, skladování a při jejich přepravě. Je mnoho příčin, které mají za následek havárie, např. při přepravě může dojít k nehodě z důvodu nedbalosti nebo únavy řidiče při řízení a z přepravního prostředku může samovolně unikat chemická látka. Únik nebezpečných chemických látek je vždy vážným problémem. U těchto nehod dochází ke kontaminaci životního prostředí, zasažení osob, zvířat apod. Proto, pokud dojde k havárii s únikem NCHL, je důležité sestavit pravidla a postupy, které umožní řešit průběh havárie úspěšněji a snadněji.

Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky vydalo Souhrn metodických předpisů pro činnost jednotek požární ochrany. Součástí těchto dokumentů je Bojový řád jednotek požární ochrany, který popisuje taktické postupy při různých mimořádných událostech. K této problematice sbor vydal konspekt: Požární technika – Činnost jednotky požární ochrany při zásahu s přítomností nebezpečných látek.

2.5 Přijetí hlášení

Při zdolávání mimořádných událostí hraje velkou roli Operační a informační středisko (dále jen OPIS), které přijímá ohlášení havárie. Úkolem střediska OPIS zpracovat informaci o události tak, aby mohla být úspěšně předána základním složkám IZS a ty mohly být aktivovány. Dispečer na OPIS musí zjistit základní údaje od ohlašovatele havárie [16].

K základním zdrojům informací patří:

- Jméno, telefonní číslo volajícího.
- Místo a adresa nehody.
- Informace o nehodě, dopravním prostředku.
- Popis uniklé látky.
- Informace o zraněných osobách apod. [16].

Pro zajištění o jaký typ látky se jedná, může navést dispečer volajícího na zjištění informací o uniklé látce podle bezpečnostních nápisů na přepravovaném automobilu. Na automobilu by nemělo chybět kódové označení NCHL – UN číslo, identifikační číslo nebezpečnosti a výstražný symbol nebezpečnosti přepravované látky [5].

Níže jsou uvedeny indikátory, kterými lze označit chemickou látku benzín, o níž bude zmíněno v scénáři modelované akce v praktické části této diplomové práce.



Identifikační číslo nebezpečnosti

UN číslo



Obr. 4 Výstražné symboly nebezpečnosti benzínu podle ADR - ohrožující ŽP a značí hořlavou kapalinu [4]

2.6 Práce zasahujících složek

Na základě získaných údajů OPIS zaktivuje příslušné složky IZS prostřednictvím vyhlášení poplachu a vyšle je na místo události. Velitel složky zahájí *prvořadá neodkladná opatření*:

- Průzkum, zda a o jakou chemickou látku se jedná – pro identifikaci látek lze využít informace z databáze nebezpečných látek.
- První pomoc ohroženým osobám a zvířatům.
- Podle rozsahu a složitosti velitel přivolá další složky pro řešení havárie (např. TRINS, ČIŽP, sbor dobrovolných hasičů, právnické a podnikající fyzické osoby apod.) [17].

Poté zachraňující složky provádí *ochranná opatření*:

- Zajištění dostatečného odstupu od místa havárie – cca 100 m.
- Uzavření prostoru kolem havárie a zajištění bezpečnosti obyvatel.
- Určení nebezpečné zóny.
- Připravení hasicích prostředků.
- Zabránění dalšímu úniku látky.
- Dekontaminace osob, životního prostředí, pozemní komunikace apod. [17].

Ukončení řešení havárie má na starosti velitel zásahu, většinou se jedná o velitele HZS, jehož úkolem je zpracovat zprávu o zásahu [15].

Výše uvedené údaje popisují průběh zásahu při úniku NCHL. Pro tuto práci jsou uvedeny informace potřebné k popsání řešení modelovaného scénáře, o kterém bude řeč následně v praktické části.

3 Reprezentace znalostí

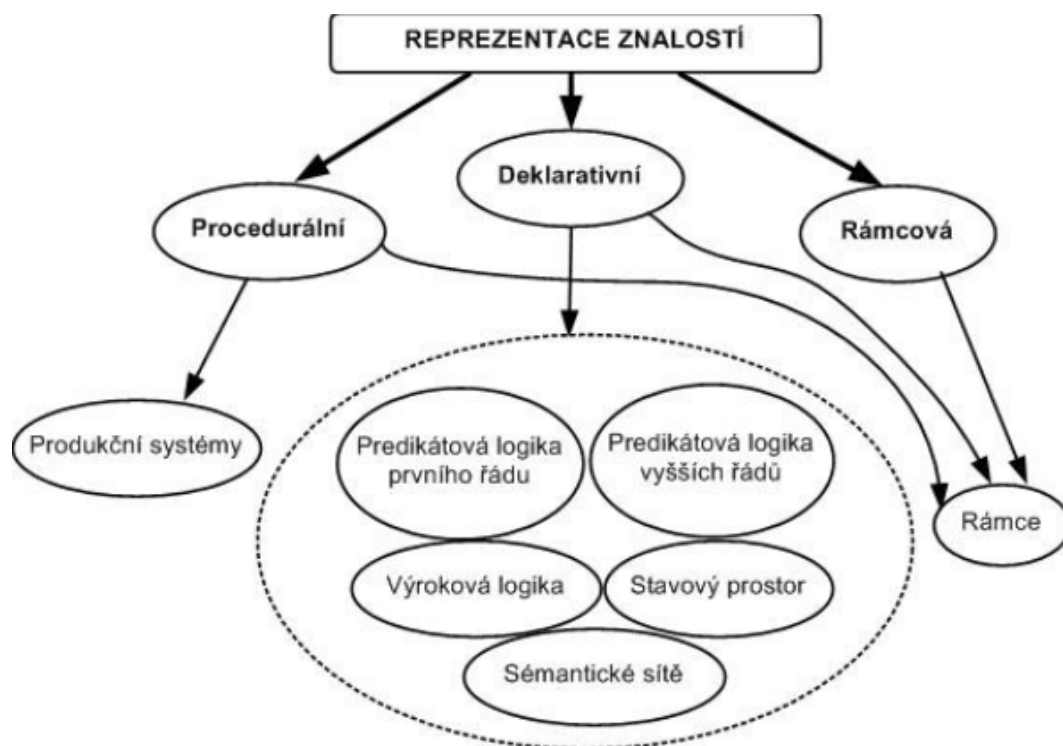
Reprezentace znalostí patří do oblasti umělé inteligence. Reprezentace dat je soubor dat, který reprezentuje zkušenosti, výsledky, problémy a jejich řešení. O tomto oboru se začalo mluvit v 80. letech, kdy se začalo využívat reprezentačních schémat. Reprezentační témata zachycují tvorbu znalostí, pomocí určitých postupů a pravidel [11].

3.1 Typy reprezentace

Procedurální – programový kód, který řeší otázku typu „Jak?“

Deklarativní – zodpovídá otázku „Co má být řešeno?“, mezi představitele této reprezentace znalostí můžeme zahrnout výrokovou logiku, predikátovou logiku prvního a vyšších řádů, sémantické sítě atd.

Rámcová – kombinace dvou předešlých schémat [11].



Obr. 5 Způsoby reprezentace znalostí [11]

3.2 Ontologické inženýrství

Znalostní inženýrství je založeno na činnostech, které se zabývají vývojem znalostně orientovaných aplikací. Mezi činnosti tohoto inženýrství patří získávání, reprezentace, uchovávání a využívání znalostí.

Na tuto oblast navazuje ontologické inženýrství, které se zaměřuje na soubor aktivit, které se týkají procesu vývoje, metod tvorby ontologií a jazyků, které tuto oblast podporují. Ontologické inženýrství se zabývá obory jako například expertní systémy, umělá inteligence, zpracování přirozeného jazyka atd. [13].



Obr. 6 Oblasti spojené s ontologickým inženýrstvím [11]

Ontologie je filozofická disciplína vycházející z metafyziky, zabývající se naukou o bytí (tzv. to, co v realitě existuje) a projevy existence – vznikem, zánikem, časem, prostorem. V 90. letech 20. století se začalo nahlížet na tento pojem z jiného pohledu – z informatického, a to z důvodu vzniku sémantického webu [13].

Zájmem ontologie je realita. Informatická ontologie se zaměřuje na určité dílčí oblasti v realitě, je však možné vytvořit více ontologií pro jednu dílčí oblast reality [13].

Účelem ontologie je organizovat dosavadní informace a znalosti tak, aby byly pochopitelné jak pro člověka, tak i pro stroj (např. PC). Je podporou komunikace mezi softwarovými systémy nebo usnadnění návrhu znalostně orientovaných aplikací. Informatika ve vztahu k ontologii se snaží zachytit koncepty lidského života a definovat je [11].

Jedna z nejznámějších definic T. Grubera [11] zní: „*Ontologie je formální, explicitní specifikace sdílené konceptualizace.*“ Tato definice znamená, že znalosti ontologie mají být zpřístupněny všem, má se s ní dále pracovat a rozšiřovat ji [11].

Ontologii lze dělit podle různých hledisek. Autorka uvádí dělení z hlediska historického vývoje a podle míry formalizace a předmětu konceptualizace.

Ontologie podle historického vývoje:

- **Terminologická ontologie** – zachycuje taxonomii termínů a vztahů mezi nimi.
- **Informační ontologie** – slouží pro databáze informačních systémů.
- **Znalostní ontologie** – se zaměřuje na oblast umělé inteligence, jednotlivé prvky jsou definovány pomocí formálního jazyka [11].

Ontologie podle míry formalizace a konceptualizace:

- **Doménová ontologie** – jejím cílem jsou určité domény, např. lékařská terminologie, struktura a činnost podniku.
- **Generická ontologie** – zaměřuje se na zachycení obecných konceptů reality, příkladem může být reprezentace času, vzájemných vztahů, apod.
- **Úlohová ontologie** – jejím cílem není zachycení znalostí, ale odvozování procesů – např. řešení problémů v oblasti plánování [11].

Ontologie se může využívat v nejrůznějších oblastech, např. jako znalostní management ve firmách, elektronické obchodování, vyhledávání informací [25].

4 Jazyky a programy

Pro tvorbu ontologie je potřeba využít jazyk s definovanou syntaxí a sémantikou. Během rozvoje ontologického inženýrství bylo vyvinuto několik desítek formálních jazyků k vytvoření ontologie, sloužících jako prostředek pro specifikaci základních znalostí [7].

4.1 Jazyk OWL

OWL (Web Ontology Language) vznikl z jazyka DAML - OIL. Patří mezi nejmladší a nejmodernější webové ontologické jazyky. Popisuje třídy, instance, datové a objektové vlastnosti a vztahy mezi nimi [11]. Tento ontologický jazyk je navržen pro aplikace, které zpracovávají obsah informací v dokumentech, kdy informace nejsou určeny jen pro člověka. Web Ontology Language může jasně reprezentovat významy pojmů ve slovníku a vztahy mezi těmito termíny [14].

Tento jazyk má tři podsystémy, které se využívají pro tvorbu ontologie:

1. **OWL – LITE** je nejjednodušší verze, je vhodná pro použití méně strukturované ontologie s jednoduchým omezením nebo pro obohacení databáze o OWL reprezentaci. Tato verze OWL neobsahuje některé prvky (např. sjednocení, doplněk), které se používají ve vyšších formách OWL.
2. **OWL – DL** je složitější než předešlá verze. Její funkce se zakládá na deskriptivní logice. S verzí OWL – DL je možné sestavit ontologickou hierarchii, určit komplexnější popisy a definice tříd.
3. **OWL – FULL** je nejsložitější verzí, obsahuje všechny komponenty předešlých dvou verzí [11].

4.2 Jazyk UML

UML (Unified Modeling Language) je univerzální modelovací jazyk, který byl navržen v 90. letech 20. století. Slouží pro vizuální modelování objektově orientovaných softwarových systémů. Modelovací jazyk UML nelze chápat jako metodiku, ale poskytuje jen vizuální syntaxi [3]. Je to nástroj k vyjádření analytických a návrhových modelů, je schopen modelovat jednoduché a složité aplikace [12].

Jako metodu je možné zmínit např. Unified Process (dále jen UP), obsahuje postupy, které vycházejí z modelovacích technik jazyka UML [12]. Unified Modeling Language je unifikovaný jazyk, který slouží pro tvorbu diagramů. Lze ho využít v obchodních a podnikatelských procesech, ale i dalších aplikacích [3].

Modelování v jazyce UML lze použít v následujících případech:

1. Slouží jako náčrt diagramů k vizualizaci softwarového systému. Diagramy jsou výhodné pro vysvětlení základních myšlenek, lze je nakreslit např. v programu Microsoft Visio [3].
2. Lze jej použít k vypracování detailnějších návrhů za pomoci specializovaných programů [3] CASE (nástroje pro tvorbu programového vybavení počítače) [12].

Potřebné informace z hlediska havarijního plánování v praktické části jsou zapsány prostřednictvím jazyka UML. Bezpečnostně orientovaná ontologie je autorkou prezentována ontologickým jazykem OWL v platformě Protégé.

4.2.1 Diagramy UML

V modelovacím jazyce UML existuje 13 diagramů (viz - tabulka 1). Lze je popsat jako okna nebo pohledy na model. Diagramy se dělí na modelující statistickou strukturu systému a dynamickou strukturu systému. Statistický model zachycuje předměty a strukturální asociace mezi nimi. Na rozdíl od něho dynamický model se snaží o zachycení způsobu, jímž na sebe jednotlivé předměty navzájem působí, cílem je dosáhnout požadovaného chování softwarového systému.

Všechny diagramy se skládají ze tří základních částí – rámeček, oblast záhlaví a kontextovou oblast. Oblast záhlaví navíc obsahuje druh diagramu, jeho název a parametry. Uvádět tyto údaje však není povinné, ale doporučuje se. Druh diagramu popisuje konkrétní použitý diagram, název popisuje sémantiku diagramu a parametry poskytují informace o jednotlivých prvcích znázorněných v diagramu [8].

Tabulka 1 Souhrn diagramů [8]

Diagram	Účel
Aktivit	Procesní chování
Balíčků	Struktura kódů pro překlad
Časování	Interakce mezi objekty – časování
Komponent	Struktura, propojení komponent
Komunikace	Interakce mezi objekty – spojení
Nasazení	Nasazení struktur na uzly
Objektů	Uspořádání instancí
Přehledu interakcí	Použití diagramů sekvence a aktivit
Případu užití	Vztah mezi uživatelem a systémem
Sekvenční	Interakce mezi objekty – sekvence
Složených struktur	Dekompozice tříd
Stavový	Etapa objektu během života
Tříd	Třídy, vlastnosti a vztahy mezi nimi

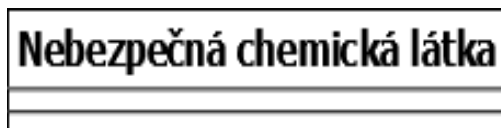
- **Diagramy tříd**

Jejich účelem je popsat typy objektů v systému a vztahy, které mezi nimi existují. Diagramem lze popsat také vlastnosti (properties), třídy (class) a vazby, kterými jsou objekty spojovány [8].

Třída – je deskriptor objektů se stejnými vlastnostmi (atributy, operace, metody) [3].

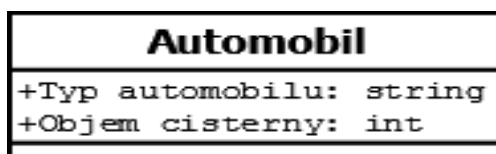
Objekty – neboli data a funkce, jsou instancí určité třídy [3].

Příklad:



Atributy – jeho název pojmenovává vlastnost třídy [3].

Příklad:



Asociace - vazba, která slouží pro vyjádření vlastností. V diagramu se znázorňuje pomocí plné šipky mezi dvěma třídami ze zdrojové do cílové třídy [8].

Příklad:



Agregace – značí, že jedna třída je součástí druhé třídy [12].

Příklad:



Kompozice – podřízená třída nemůže samostatně existovat bez nadřazené třídy [12].

Příklad:



Generalizace – vazba mezi obecnou třídou a její podtřídou. Podtřída zdědí vlastnosti z obecné třídy a zároveň se rozšíří o další vlastnosti [12].

Příklad:



- **Diagramy aktivit**

Objektově orientované vývojové diagramy v UML jsou určeny pro řazení aktivit. Obrázek č. 5 znázorňuje prvky k modelování sledu událostí. V rámci této metodiky není nutné definovat strukturu tříd a objektů. Aktivita jsou složeny ze sítí uzlů, které jsou spojeny hranami. Diagramy aktivit lze použít během analýzy – jsou výstupem graficky modelovaného scénáře případu užití; tedy během návrhu – např. modelování operace, algoritmů, během modelace obchodního procesu [3].

Větvení



Počáteční uzel



Koncový uzel



Uzel sloučení



Obr. 7 Prvky diagramu aktivit [zdroj: vlastní]

Diagramy, které jsou vypracovávány v praktické části, se využívají pro formalizaci důležitých údajů z hlediska havarijního plánování. Autorka pro charakterizaci údajů vybírá diagram aktivit a diagram tříd. První z nich se vybírá z důvodu, že jeho úkolem je zobrazit

pracovní postup při řešení vzniklé havárie. Třídní diagram pomáhá se zobrazováním statické struktury řešeného problému v této diplomové práci, určit třídy, jejich vlastnosti a vazby mezi nimi.

Existuje více programů, které se zabývají výkresem diagramů UML. V této diplomové práci diagramy UML jsou vytvořeny v programu DIA [10].

4.3 Programy ontologie

V současné době existuje mnoho metodik a přístupů k vytvoření úspěšné ontologie. S existencí více druhů ontologií, souvisí i množství metodik, jejichž výběr záleží na specifikaci oblasti a typu navrhované ontologie. Na návrh ontologií se specializují softwarové nástroje, např. Protégé, Ontopia nebo Chimaera [13].

4.3.1 Protégé

Protégé je volně dostupná, open source platforma poskytující sadu nástrojů k vytváření ontologie. Podporuje tvorbu jedné nebo více ontologií v jednom prostoru přes zcela přizpůsobitelné uživatelské rozhraní [22]. Obsahuje nástroje, které podporují tvorbu, vizualizaci a manipulaci s ontologií v různých formátech. Zpracování ontologie či znalostní báze se uskutečňuje buď prostřednictvím webového klienta, nebo klasického tlustého klienta (program je stáhnutý a nainstalovaný v počítači). Ontologie vypracované Protégé mohou být vyvinuty v různých formátech, např. OWL či XML schématech. Je vyvinut v programu Java a funguje na různých platformách, např. Win, OS X, Linux [11].

Tato platforma je využívána v různých oborech – může se s ní pracovat v biomedicíně, při shromažďování informací a podnikovém modelování. Při své práci ji využívají vládní, akademičtí a firemní uživatelé [11].

Protégé umožňuje dva způsoby modelování ontologie:

1. **Protégé – Frames Editor** - při tomto způsobu zpracování ontologie je tvořena množinou tříd, které se větví na nadtřídy a podtřídy. Tento model obsahuje tzv. sloty popisující vlastnosti a vztahy tříd.
2. **Protégé – OWL Editor** – pomáhá uživatelům vytvářet ontologii pro sémantický web v jazyce OWL [11].

4.3.2 Chimaera

Softwarový systém, který podporuje uživatele při vytváření a udržování distribuované ontologie na webu. Chimaera podporuje slučování více ontologií dohromady a diagnostiku jednotlivých nebo více ontologií. Zabývá se reprezentací znalostí v různých formátech, reorganizací taxonomie, prohlížení ontologií, apod. Z programu lze exportovat soubory ve formátu OWL [23].

4.3.3 Ontopia

Open source poskytující nástroje pro tvorbu aplikací založených na reprezentaci znalostí. Program slouží jako grafický editor pro tvorbu ontologie, databázových úložišť. Vznikl v roce 2001, je aktivně udržován a stále vyvíjen vývojáři [1].

Z výše zmíněných nástrojů si autorka vybrala ontologický nástroj Protégé, protože se jedná o open source produkt dostupný na všech používaných počítačových platformách zdarma. V současnosti patří mezi nejvíce využívaný editor pro tvorbu ontologie. V programu Protégé je ontologie vyvinuta v jazyce OWL. Bezpečnostně orientovaná ontologie je modelována způsobem Frames – Editor.

5 Praktická část

Cílem diplomové práce je vytvořit formální reprezentaci znalostí vybraného scénáře mimořádné události pro účely havarijního plánování. Úkolem je získané znalosti převést do bezpečnostně orientované ontologie. Praktická část se zaměří na modelaci scénáře úniku nebezpečné chemické látky při přepravě. Nejdříve získané údaje jsou formalizovány v jazyce UML vytvořením diagramu tříd a diagramu aktivit. Definování ontologie je načrtnuta v programu Protégé.

Existuje mnoho modelů úniku chemické látky [5]. Tato práce se jimi ale zabývat nebude, spíše se zaměří na obecný popis algoritmu průběhu a řešení havárie, který se dá využít u všech havárií, aniž by záleželo na modelu úniku látky.

V podkapitole *5.1 Scénář havárie* je popsán průběh havárie, která vznikla při silniční přepravě chemické látky benzínu.

5.1 Scénář havárie

Uvažujme, že ve městě Ostrava, v městské části Výškovice, v blízkosti nákupního centra AVION, 27. 12. 2013 ve 14 hodin, havaruje automobil převážející 10 tun nebezpečné chemické látky označené 33/1203, tj. benzín. Automobil je označený výstražnými symboly nebezpečnosti benzínu podle ADR. Benzín převáží automobilová cisterna. Povětrnostní podmínky jsou špatné, celý den prší a je pod nulou. Z důvodu zledovatělého povrchu vozovky cisterna dostane smyk a narazí do stromu. Při havárii je poškozen automobil a zraněn řidič. Na cisterně dojde k trhlině na nádrži, ze které uniká látka. Benzín kontaminuje vozovku a životní prostředí v okolí. V místě se nachází škola, obchodní centrum AVION a Integrované bezpečnostní centrum 112.

Havárii ohlásí na operační a informační středisko hasičského záchranného sboru (dále jen OPIS) svědek nehody, který poskytne první pomoc zraněnému řidiči. OPIS HZS po vyhodnocení situace vyhlásí první stupeň požárního poplachu. Na místo havárie vyšle všechny tři základní složky Integrovaného záchranného systému (dále jen IZS). Do 2 minut jsou základní složky na místě havárie. Podle potřeby OPIS svolá speciální jednotku

určenou pro řešení havárií nebezpečných látek, tzv. Transportní informační a nehodový systém (dále jen TRINS).

Čtyři jednotky hasičského záchranného sboru Moravskoslezského kraje bezprostředně provedou zastavení úniku benzínu, dekontaminaci vozovky a životního prostředí. Dvě jednotky Policie ČR mají na starost zabezpečit plynulost silničního provozu a bezpečnost v okolí místa havárie. Jedna jednotka zdravotní záchranné služby poskytne neodkladnou zdravotní pomoc zraněnému řidiči. Specialista z jednotky TRINS pomáhá veliteli HZS řešit průběh likvidace havárie. Na vyžádání velitele HZS OPIS vyšle na místo havárie Českou inspekci životního prostředí (dále jen ČIŽP), která se podílí na řešení této ekologické havárie, protože benzín kontaminuje životní prostředí.

Následující tabulky popisují průběh řešení scénáře úniku NCHL při přepravě. Tyto informace později jsou zobrazeny pomocí diagramu aktivit a třídního diagramu, poté implementovány do podoby ontologie.

Tab. 2 Popis přijetí hlášení [zdroj: vlastní]

Pořadí			Název činnosti	Charakteristika činnosti	Provádí
1			Přijetí hlášení	OPIS HZS přijme zprávu od svědka události - Havárie automobilu	OPIS HZS
	1.1		Záznam zákl. údajů o havárii	Zaznamenání údajů o havárii od volajícího - Havárie automobilu s únikem NCHL	OPIS HZS
		1.1.1	Záznam o volajícím	Zaznamenání jména a tel. čísla volajícího	OPIS HZS
		1.1.2	Záznam o místě MU	Zaznamenání lokalizace události - Ostrava – Výškovice - V okolí škola, obchodní centrum, centrum 112	OPIS HZS

Pořadí			Název činnosti	Charakteristika činnosti	Provádí
		1.1.3	Záznam o NCHL	Zaznamenání popisu uniklé látky <ul style="list-style-type: none"> - 33/1203 (benzín) - Symbol nebezpečí požáru - Kontaminace vozovky, ŽP - Cca 10 tun 	OPIS HZS
		1.1.4	Záznam o typu automobilu	Zaznamenání popisu automobilu <ul style="list-style-type: none"> - cisterna 	OPIS HZS
		1.1.5	Záznam o poškození automobilu	Zaznamenání popisu poškozené cisterny <ul style="list-style-type: none"> - trhlina na nádrži 	OPIS HZS
	1.2		Prověření údajů	Zpětné zavolání ohlašovatelů	OPIS HZS

Tab. 3 Popis zaznamenání hlášení a aktivace složek [zdroj: vlastní]

Pořadí			Název činnosti	Charakteristika činnosti	Provádí
2			Zaznamenání hlášení	Evidence MU	OPIS HZS
	2.1		Zpracování hlášení	Vyhlášení 1. stupeň poplachu	OPIS HZS
3.			Aktivace složek	Aktivace základních složek IZS <ul style="list-style-type: none"> - HZS MSK – 4 jednotky - Policie ČR – 2 jednotky - ZZS – 1 jednotka 	OPIS HZS
	3.2		Aktivace ostat. složek	Aktivace ostat. složek IZS <ul style="list-style-type: none"> - ČI ŽP - TRINS 	OPIS HZS
	3.3		Výjezd k havárii	Příjezd složek IZS na místo havárie do 2 minut	Složky IZS

Tab. 4 Popis řešení havárie [zdroj: vlastní]

Pořadí			Název činnosti	Charakteristika činnosti	Provádí
4.			Řešení havárie	Aktivace prvořadých a ochranných opatření	Zasahující složky
	4.1		Průzkum situace	Zjistit aktuální informace o vzniklé havárii	HZS ČR
	4.2		Zhodnocení aktuální situace	Na základě průzkumu situace v místě havárie	Velitel HZS ČR
5.			Prvořadá opatření	Vedoucí k záchraně osob a zastavení úniku NCHL	Zasahující složky
	5.1		Záchrana osob a varování obyvatelstva	<ul style="list-style-type: none"> - První pomoc řidiči automobilu - Varování okolí nehody 	ZZS HZS ČR
	5.2		Zabránění úniku látky	<ul style="list-style-type: none"> - Utěsnění díry v cisterně 	HZS ČR TRINS
6.			Ochranná opatření	Vedoucí k likvidaci havárie	Zasahující složky
	6.3		Vyznačení nebezpečné zóny	<ul style="list-style-type: none"> - Vyznačení hranice ve vzdálenosti 100 m 	HZS ČR
	6.4		Uzavření komunikace	<ul style="list-style-type: none"> - Uzavření místa MU 	Policie ČR
	6.5		Poskytnutí info. o látce	TRINS podá údaje o benzínu HZS	TRINS
	6.6		Poskytnutí sil a prostředků	TRINS poskytne potřebné síly a prostředky k řešení úniku látky	TRINS
	6.7		Odhad množství látky	Výpočet množství uniklého benzínu	HZS ČR
	6.8		Ochrana kanálů	Zabránit proniknutí benzínu do kanálových vpustí – jejich utěsnění	HZS ČR
	6.9		Monitoring	Sledování tekoucí látky	HZS ČR
7.			Likvidace látky	Likvidace benzínu	HZS ČR TRINS
	7.1		Eliminace zvyšování odparu	Zákaz používání vody – zvyšuje se odpar kapaliny	HZS ČR
8.			Provedení dekontaminace	Dekontaminace osob, ŽP a vozovky	HZS ČR

Tab. 5 Popis ukončení řešení havárie [zdroj: vlastní]

Pořadí			Název činnosti	Charakteristika činnosti	Provádí
9.			Ukončení řešení MU	Konec činnosti zasahujících složek	Velitel HZS
	9.1		Zpracování zprávy	Zpráva o průběhu řešení havárie	Složka HZS

5.2 UML – diagram aktivit

Diagram aktivit je možno vytvořit v různých programech, např. v programu Microsoft Visio, který je ale bohužel placený. Po dlouhém rozhodování byl zmíněný diagram vytvořen v programu DIA [10] v jazyce UML. Celkový diagram lze zhlédnout v *příloze č. 1 - Adresářová struktura přiloženého DVD* a v *příloze č. 2 – Tištěná podoba diagramu aktivit a diagramu tříd* přikládaná do kapsy na deskách práce.

DIA, jenž byl použit v praktické části, byl vybrán z těchto důvodů:

- Je bezplatně volně stažitelný.
- Lze v něm vypracovat všechny vývojové diagramy v jazyce UML.
- Je přehledný, vhodný a dostačující pro vytvoření diagramů v této diplomové práci.

Před vypracováním zmiňovaného diagramu je dobré si ujasnit, co je cílem práce a co chceme vyjádřit pomocí vývojového diagramu.

Cílem je zobrazit základní strukturu pracovního postupu při řešení vzniku havárie s únikem nebezpečné látky. Snaží se zachytit průběh řešení havárie od počátečního vzniku až po její řešení.

Vypracovaný diagram aktivit, popisující průběh řešení vzniklé havárie, lze vidět v příloze č. 2.

Spojnice spojuje jednotlivé kroky při postupu řešení havárie:

- Vznik havárie.
- Volání na dispečink.
- Vytvoření hlášení.
- Zpracování události.
- Zaznamenání události.
- Aktivace složek.
- Řešení.

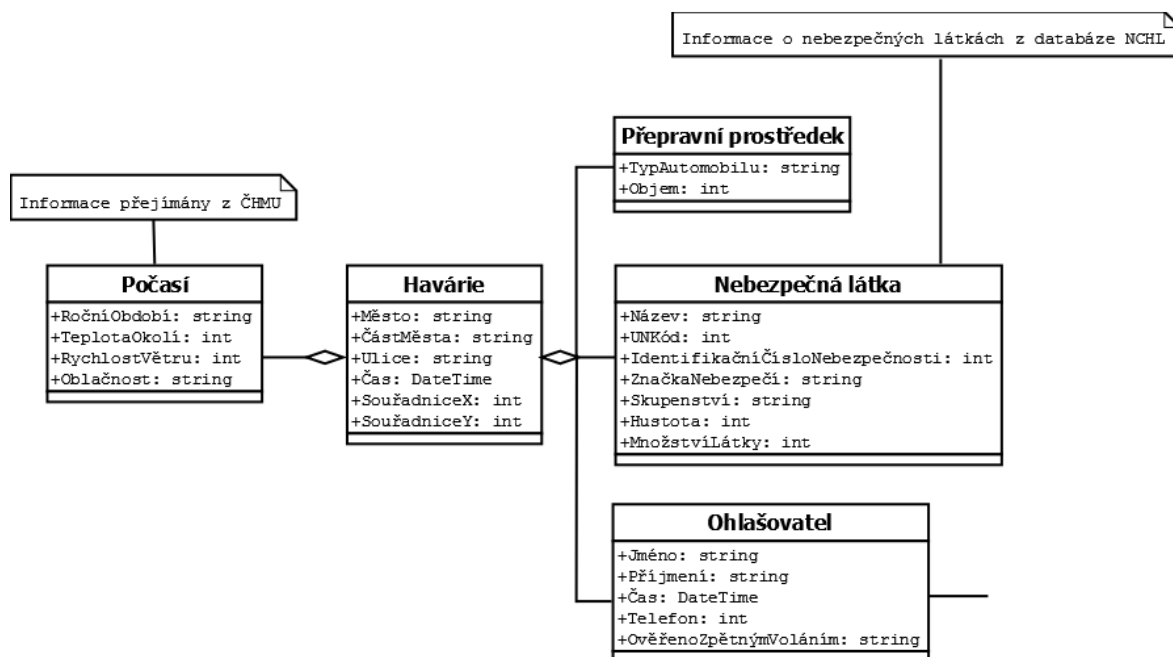
5.3 UML – třídní diagram

Stejně jako diagram aktivit byl i diagram tříd vytvořen v programu DIA a jazyce UML. Důvody, které jsou uvedeny v podkapitole 5.2 *Jazyk UML – diagram aktivit*, byly rozhodující pro vypracování schématu v programu DIA [10].

Schéma v této práci popisuje podrobnější průběh vzniku havárie s únikem látky a následně navazuje popis průběhu řešení vzniklé havárie. Zobrazuje strukturu řešeného problému. Pro přehlednější popis je diagram v této podkapitole rozdělen na menší celky, Celkový diagram lze zhlédnout v *příloze č. 1 - Adresářová struktura přiloženého DVD* a v *příloze č. 2 – Tištěná podoba diagramu aktivit a diagramu tříd přikládaná do kapsy na deskách práce*.

Nyní je rozdělen na tyto celky:

1. Vznik havárie.
2. Přijetí hlášení a vyhlášení poplachu.
3. Aktivace složek, průběh řešení a ukončení řešení.



Obr. 8 Vznik havárie [zdroj: vlastní]

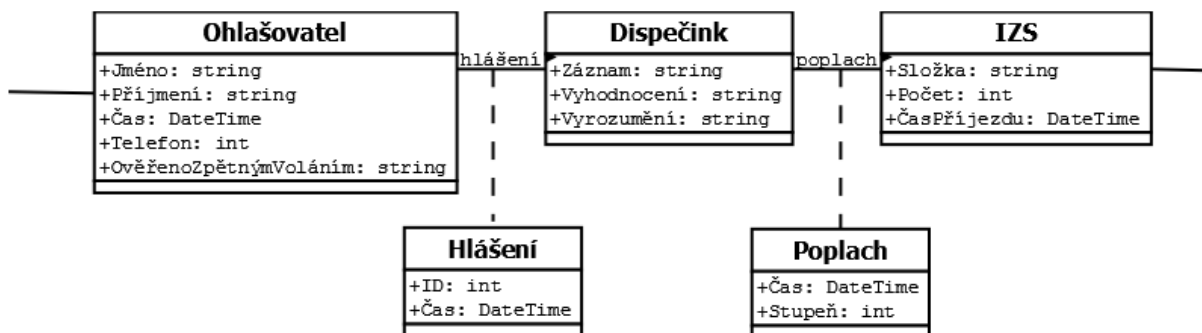
Obrázek č. 8 znázorňuje část diagramu, která se zabývá vznikem havárie úniku NCHL při přepravě. Tvoří ho třídy, jejich vlastnosti a vazby mezi nimi. Uvedené pojmy jsou vysvětleny v podkapitole 4.2 Jazyk UML. Lze vidět rozdělení do pěti tříd – *Počasí*, *Havárie*, *Převravní prostředek*, *Nebezpečná látka*, *Odhlašovatel*. Třída, která se nachází vlevo, nese název *Počasí*. Ve spodní části grafického znázornění se nachází vlastnosti třídy. Každá vlastnost má svůj datový typ, který ji charakterizuje.

Na třídu *Havárie* působí třída *Počasí*, protože kvůli vyšší oblačnosti a námraze přepravní automobil dostane smyk a vznikne havárie. Informace o počasí lze získat z ČHMÚ – viz poznámka v grafu.

Na *Havarii* působí třída *Převravní prostředek* a třída *Nebezpečná látka*, která je přepravním prostředkem převážena. Podrobnější informace o uniklé nebezpečné látce lze získat z databáze o NCHL – viz poznámka v grafu.

Třída *Odhlašovatel* navazuje na havarii, je to svědek, který ohlásí vzniklou havarii na dispečink. Všechny třídy jsou navzájem spojeny vazbou agregace, která spojuje třídy do jednoho celku. Podle grafu třída *Havárie* tvoří s ostatními třídami jeden celek. Ale také říká,

že třídy *Počasí*, *Přepavní prostředek*, *Nebezpečná látka* a *Ohlašovatel* mohou existovat i bez vzniku třídy *Havárie*.

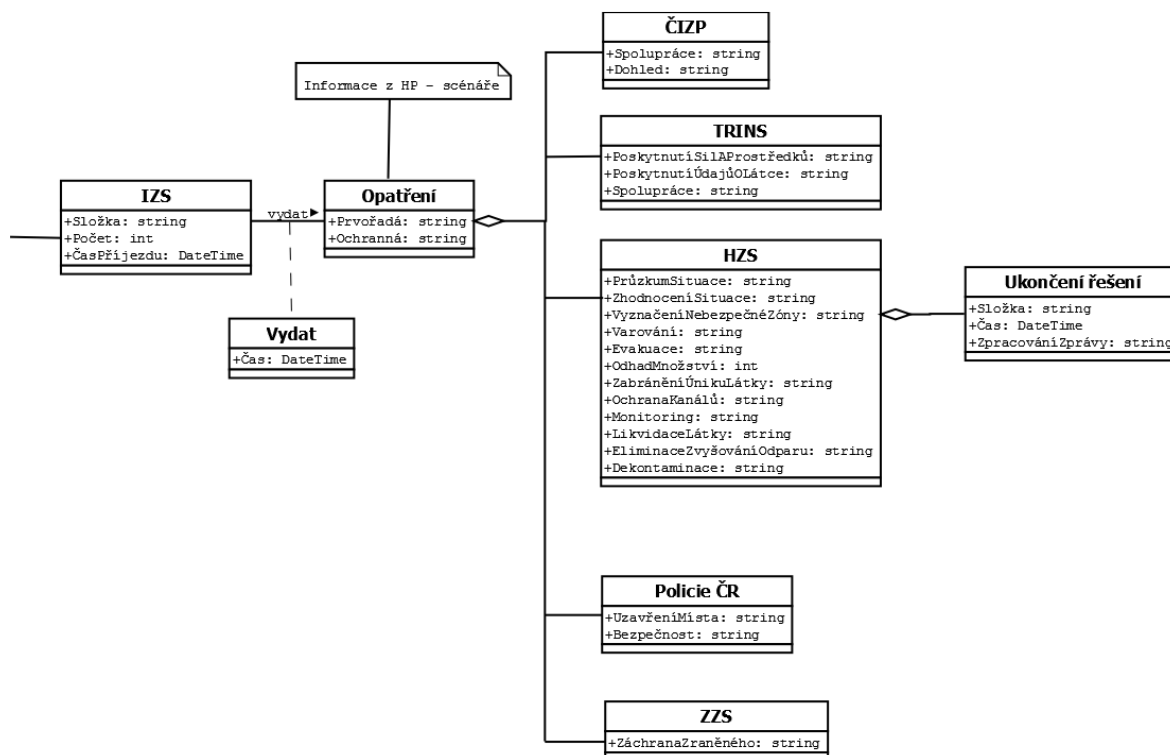


Obr. 9 Přijetí hlášení a vyhlášení poplachu [zdroj: vlastní]

Obrázek č. 9 znázorňuje graf, který se zabývá popisem přijetí hlášení a vyhlášení poplachu. Označuje třídy – *Ohlašovatel*, *Dispečink*, *IZS* a asociační třídy *Hlášení*, *Poplach*. Každá třída obsahuje vlastnosti, které jsou důležité při řešení problému.

Graf říká, že ohlašovatel havárie podá hlášení na dispečink, dispečer po přijetí hlášení sepiše záznam, na základě vyhodnocení vyhlásí poplach konkrétní nehody a uvede záchranné složky do pohotovosti.

Jednotlivé třídy jsou spojeny asociací, která pomáhá spojit dvě třídy. Je znázorněna černou tenkou čarou, která nese význam asociace *Hlášení* a *Poplach*. Nově vytvořená asociace jako třída obsahuje nové vlastnosti (*Třída: Hlášení; Vlastnosti: +ID: int; +Čas: DateTime*). Asociační třída *Hlášení* přiřazuje třídu *Ohlašovatel* k třídě *Dispečink* a dodává nově *ID* a *Čas hlášení*. Asociace jako třída je spojena tenkou čerchovanou čarou a asociačními třídami. To stejné probíhá i u asociačních tříd *Dispečink* a *IZS*.



Obr. 10 Aktivace složek a provedení opatření pro řešení havárie [zdroj: vlastní]

Poslední obrázek č. 10 z celkového diagramu popisuje aktivaci složek a zapojení sil a prostředků k řešení havárie s únikem benzínu.

Opět jsou zde vytvořeny asociační třídy *IZS* a *Opatření*, které jsou spojené černou tenkou čarou pojmenovanou asociací *Vydát*. Vytvořená asociace, jako třída *Vydát*, udává novou vlastnost *+Čas: DateTime*.

Třídy *Opatření*, *ČIŽP*, *TRINS*, *HZS*, *Policie ČR*, *ZZS* jsou navzájem spojeny agregací, tvoří jeden celek. Ale tato vazba říká, že uvedené třídy mohou fungovat i bez vydání opatření. Nejsou na sobě navzájem závislé.

Ze třídy *Opatření* vede poznámka [„Informace z HP – scénáře“]. To znamená, že opatření, která budou prováděna pro efektivní zásah, mohou vyplynout z příslušného havarijního plánu.

Výslednou navrhnutou ontologii je možné nalézt v příloze 3 – Adresářová struktura přiloženého DVD, součástí je soubor v Protégé ve formátu *OWL* a vyexportovaná navrhnutá ontologie do textové podoby ve formátu *XML*.

5.4 Protégé – implementace ontologie

V programu DIA, byly vytvořeny diagramy zobrazující statickou strukturu řešeného problému. Posledním krokem k dosažení stanoveného cíle diplomové práce je vypracovat reprezentaci znalostí pro účely havarijního plánování. Reprezentace znalostí je zachycena prostřednictvím ontologie v programu Protégé.

Existuje více programů zabývajících se ontologií, např. Ontologia nebo Chimaera. Nakonec výběr byl jednoznačný pro program Protégé.

Důvody, týkající se vhodnosti výběru programu Protégé pro účel vypracování této práce:

- Kompatibilní s W3C
- Jedná se o volně stažitelný open source program.
- Slouží pro vypracování ontologie v jazyce OWL.
- Mladý, nejvíce použitelný program pro modelaci ontologie.
- Lze mít více rozpracovaných ontologií najednou.
- Dostupnost pluginu OntoGraf, který zobrazí schéma vypracované ontologie.
- V této práci je využívána nejnovější verze Protégé 4.3.

Z množství metodik zabývajících se vypracováním ontologie se v tomto případě postupuje podle metodiky s využitím Protégé [13].

Postup metodiky je následující [13]:

1. Určit doménu a rozsah ontologie, oblast použití a uživatele.
2. Posoudit zda je možné znovupoužít existující vypracované ontologie, dostupné ve veřejných knihovnách ontologií.
3. Definovat třídy a jejich hierarchii.
4. Definovat vlastnosti tříd.

5. Definovat faset – vlastnosti vlastností.

6. Vytvořit instance.

Tato práce se zaměřuje na rozbor scénáře mimořádné události a získání vhodných údajů z hlediska havarijního plánování. Poté převedení těchto informací do bezpečnostně orientované ontologie. Ontologii lze využít v havarijním a krizovém plánování, z hlediska lepší komunikace mezi člověkem a počítačem. Cílem je zorganizovat známé znalosti vzniku havárie a následném průběhu jejího řešení. Výstup má sloužit pro ujasnění vědomostí o zásahu vyřešení mimořádné události pro zasahující složky IZS.

Nejsou zde využity existující vypracované ontologie.

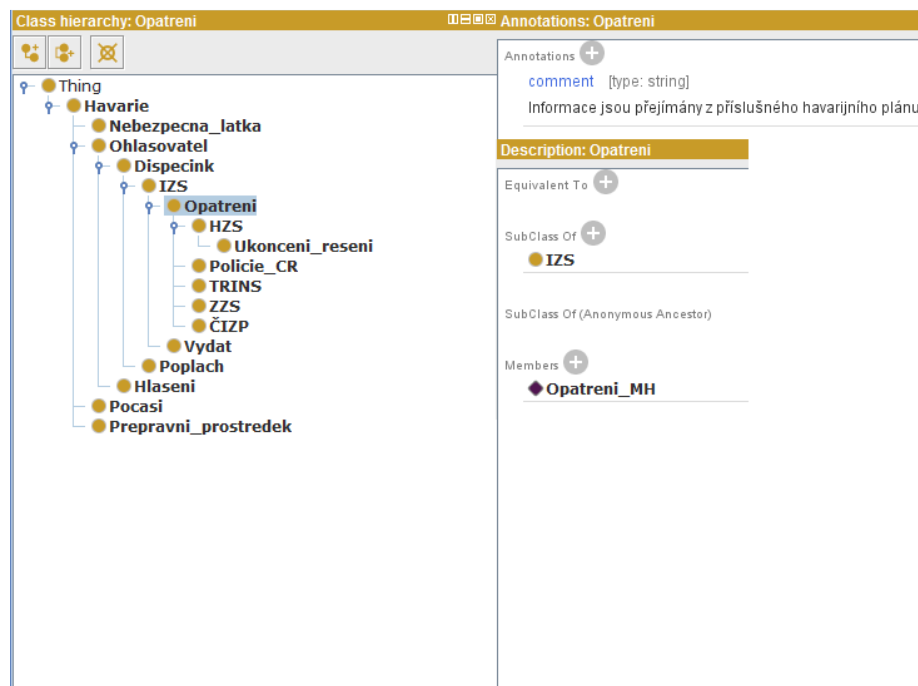
Na obrázku č. 11 lze vidět vytvořené *Class (třídy)* a *Class hierarchy (třídní hierarchii)* na levé straně panelu.

Do kolonky *Annotations (komentář)* je zapsaná poznámka z diagramu tříd, např. u třídy *Opatření* je uvedena poznámka [„Informace jsou přejímány z příslušného havarijního plánu“].

Na pravé straně panelu je kolonka *Description: Opatření*, která popisuje tuto třídu.

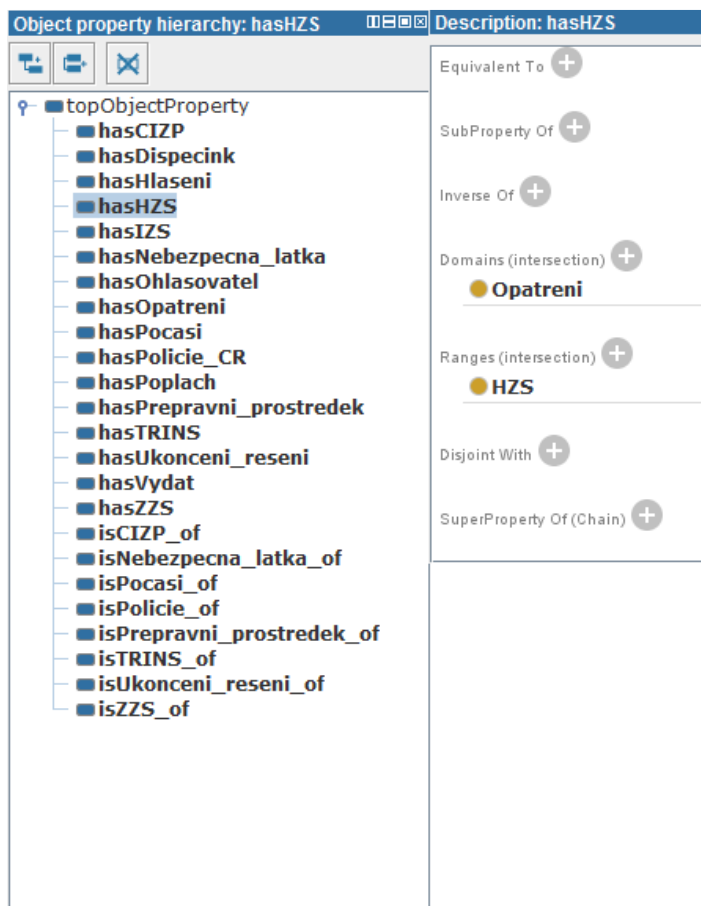
Kolonka *Subclass of* značí, pod jakou třídou se nalézá, v tom případě spadá pod třídu IZS.

Kolonka *Members* ukazuje, která instance je součástí této třídy – *Opatření_MH*. Tento postup je praktikován i u dalších tříd a podtříd.



Obr. 11 Hierarchie tříd[zdroj: vlastní]

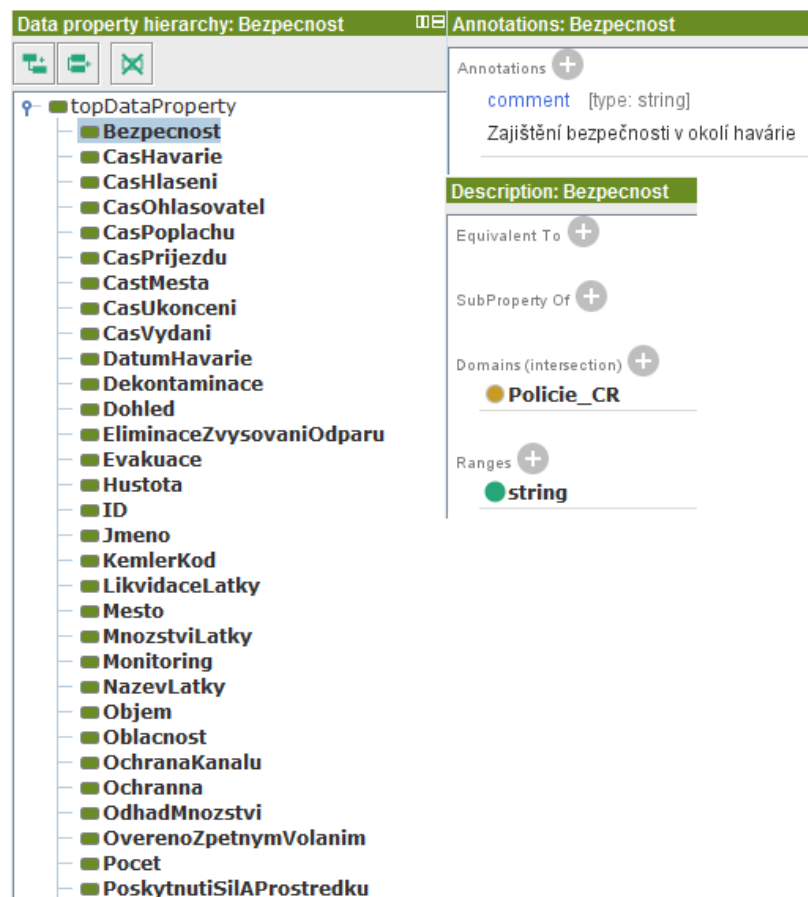
Dalším krokem při vypracování ontologie je zavedení vlastností tříd. V programu jsou tyto vlastnosti rozděleny na objektové a datové (*Object properties a Data properties*). Účelem uvedených objektových vlastností v programu je spojit vytvořené třídy vazbou (viz obrázek č. 12). Např. Object properties – hasHZS vztahuje doménu *Opatření* ke třídě *HZS*. Takto se postupuje i u dalších tříd.



Obr. 12 Objektové vlastnosti [zdroj: vlastní]

Data properties obsahují konkrétní datové vlastnosti tříd a jejich instancí. To je rozdíl proti objektovým vlastnostem, které se snaží zobrazit vazby mezi třídami. Obrázek č. 13 demonstruje zmiňované vlastnosti. Jsou to všechny vlastnosti tříd - levá strana schématu. Na pravé straně se nachází kolonka *Annotations*, která popisuje danou vlastnost, například lze uvést, *Data property: Bezpecnost, Annotations: Zajištění bezpečnosti v okolí havárie*. Dále program umožňuje uvést oblast, do které slot spadá, v tomto případě Bezpečnost náleží do domény Policie_CR. Právě u těchto slotů je nutné uvést Ranges (rozsah – datový typ), v této práci byly použity datové typy string, int, DateTime. U objektových vlastností se datové typy neuvádějí.

Obdobně se postupovalo i u dalších slotů, s tím rozdílem, že záleží na tom, pod kterou doménu vlastnost spadá a jaký je její rozsah.



Obr. 13 Datové vlastnosti [zdroj: vlastní]

Posledním krokem ve vytváření ontologie je vytvoření *instancí* (*Individuals*). V tomto kroku se řeší konkrétní případ – vznik MU, přes její ohlášení až po zásah základních složek IZS a ostatních složek. Na obrázku č. 14 lze vidět ukázkou vytvořených objektů popisujících konkrétní situaci v této diplomové práci. V uživatelském rozhraní lze vidět již vytvořenou třídní hierarchii. Je zde i rámeček *Types* – v něm se vybírá, ke které třídě objekt patří (viz. *Individuals*: Havarie_MH náleží třídě Havarie). Poté se zavádí *Object properties* a *Data properties* (viz. instance Havarie_MH má hasOhlasovatel, který je spjatý s Ohlasovatel_MH). Přesně stejným způsobem se pracuje i s dalšími vlastnostmi tohoto typu. U datových vlastností se zadávají přesné hodnoty s konkrétními datovými typy (viz *Data properties*: DatumHavarie " 27. 12. 2013 " ^^ DateTime).

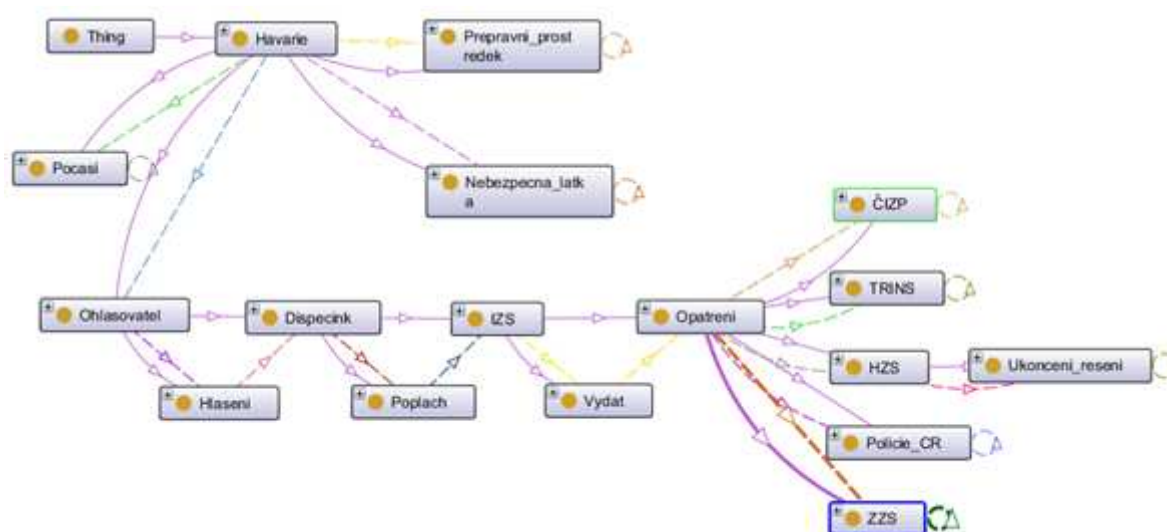
Do uživatelského rozhraní lze přidat plugin OntoGraf. Ten provede grafickou konstrukci zavedených znalostí. Schéma je uvedeno na obrázku č. 15.

Výslednou navrhnutou ontologii je možné nalézt v *příloze 1 – Adresářová struktura přiloženého DVD*, součástí je soubor v Protégé ve formátu *OWL* a vyexportovaná navrhnutá ontologie do textové podoby ve formátu *XML*.

The screenshot displays the Protégé interface for the instance 'Havarie_MH'. The interface is divided into three main panels:

- Left Panel (Individuals: Havarie_MH):** A list of individuals. 'Havarie_MH' is selected and highlighted in blue. Other individuals include CIZP_MH, Dispecink_MH, Hlaseni_MH, HZS_MH, IZS_MH, Nebezpecna_latka_MH, Ohlasovatel_MH, Opatreni_MH, Pocasi_MH, Policie_CR_MH, Poplach_MH, Prepravni_prostredok_MH, TRINS_MH, Ukonceni_reseni_MH, Vydac_MH, and ZZS_MH.
- Middle Panel (Property assertions: Havarie_MH):** Displays object and data property assertions for the selected instance.
 - Object property assertions:**
 - hasOhlasovatel Ohlasovatel_MH
 - hasPrepravni_prostredok Prepravni_prostredok_MH
 - hasNebezpecna_latka Nebezpecna_latka_MH
 - hasPocasi Pocasi_MH
 - Data property assertions:**
 - DatumHavarie "27.12.2013" ^^dateTime
 - CasHavarie "14:00" ^^dateTime
 - CastMesta "Výškovice" ^^string
 - Mesto "Ostrava" ^^string
 - Ulice "Rudná 3114/114" ^^string
- Right Panel (Description: Havarie_MH):** Shows the type 'Havarie' and options for 'Same Individual As' and 'Different Individuals'.

Obr. 14 Instance [zdroj: vlastní]



Obr. 15 OntoGraf [zdroj: vlastní]

6 Shrnutí výsledků

Výsledná podoba vypracovaných diagramů a výstupu ontologie je závislá na dostupných znalostech konkrétní řešené problematiky. Autorka extrahovala informace z metodických předpisů pro činnost jednotek požární ochrany, které se zabývají popisem taktických postupů při různých mimořádných událostech.

Ontologické inženýrství nabízí možnost se lépe, rychleji a jednodušeji rozhodovat v různých situacích, a to na základě vizualizace definovaných tříd, objektů a vzájemné propojenosti mezi nimi. Autorka se zabývala zkoumáním možností, jak existující a volně dostupné softwarové programy lze využít k tvorbě ontologie, jejíž účel by byl užitečný pro oblast havarijního plánování. V praktické části byla autorkou vytvořena vizualizace ontologie zaměřená na oblast vzniku události s přítomností chemické látky a jejího následného řešení základními složkami Integrovaného záchranného systému.

Vytvořená ontologie v diplomové práci má posloužit:

- k zachycení určité části reality – v tomto případě vznik a průběh řešení scénáře mimořádné události,
- k uchování a poskytování důležitých znalostí pro účely havarijního plánování,
- pro rychlejší a lepší rozhodování v kritických situacích,
- pro zhodnocení správnosti rozhodování při zásahu v mimořádných událostech,
- pro snadnější komunikaci mezi složkami Integrovaného záchranného systému,
- pro posouzení, zda stanovené síly a prostředky plní účel při řešení havárií,
- slouží jako schéma, které by mělo posloužit lidem z oblasti havarijního plánování, utřídit si znalosti a vazby mezi nimi,
- k ukázce, zda uvedené třídy a objekty a jejich vlastnosti jsou stěžejní pro řešení konkrétního problému.

Problematika havarijního plánování se nezabývá pouze otázkami týkajícími se řešením krizových situacích, ale i vypracováním havarijních plánů, připravenosti právnických, podnikajících fyzických osob a složek IZS a mnoha dalšími tématy.

Autorka navrhuje zabývat se otázkou vypracování ontologií, které by řešily další problematiku v oblasti havarijního a krizového plánování. Bylo by zajímavé se zamyslet nad vypracováním ontologie, která by znázorňovala řešení mimořádných událostí přírodního nebo jiného technologického charakteru, než ta, o kterém se zmiňuje autorka práce. Návrh je uváděn z toho důvodu, že taktické postupy jsou u mimořádných událostí různého charakteru odlišné. Vypracovaná ontologie by pomohla utřídit pravomoc zasahujících složek a vědomosti o průběhu zásahu.

Dalším možným návrhem je zpracování ontologie se zaměřím na postup složek IZS při obnově území po ukončení řešení havarijní situace.

Ontologie by mohla sloužit i jako schéma zabývající se vypracováním havarijních plánů – kdo má pravomoc je vypracovat, jaké jsou typy plánů, k čemu slouží apod.

Užitečné by bylo využít ontologii k popisu způsobů komunikace mezi jednotlivými zasahujícími složkami Integrovaného záchranného systému.

Návrhů témat k vypracování bezpečnostně orientované ontologie by bylo nespočet. Záměrem je především zachytit tu část reality, kterou by ontologie popisovala a pomohla řešitelům pochopit strukturu a logiku jejich řešeného problému.

Závěr

Můžeme říci, že je v současné době připravenost složek na řešení mimořádných událostí různého charakteru na velice dobré úrovni. Existuje mnoho postupů, jak řešit vzniklé mimořádné události, které ohrožují především zdraví a životy lidí, zvířat, složky životního prostředí, majetkové hodnoty. Pro způsob řešení těchto mimořádných událostí jsou vypracované manuály, podle kterých složky Integrovaného záchranného systému, ale také právnické a podnikající fyzické osoby, postupují.

Tématem práce bylo *Reprezentace znalostí pro účely havarijního plánování*. Úkolem bylo získané údaje formalizovat do podoby bezpečnostně orientované ontologie. Nejprve se začalo shromažďováním informací o havarijním plánování, o typech scénářů mimořádných událostí a nastudováním statistiky MU v Moravskoslezském kraji. Druhá polovina teoretické části se zabývala uvedením do problematiky informační ontologie a jazyků UML a OWL.

Praktická část diplomové práce se zaměřila na popis modelovaného scénáře mimořádné události s únikem benzínu při přepravě v Moravskoslezském kraji, konkrétně ve městě Ostrava. Získané údaje o postupu zásahu složek Integrovaného záchranného systému v teoretické části, byly využity pro vytvoření diagramu aktivit a třídního diagramu v jazyce UML a programu DIA. Schéma by mělo sloužit k zobrazení statické struktury řešeného problému. Na tuto část postupně navázalo vypracování bezpečnostně orientované ontologie v programu Protégé. Struktura ontologie byla vypracovaná pomocí dříve vytvořených schémat. Do ontologického programu se už přímo uváděly informace o třídách, objektech, jejich propojení a vlastnosti, které korespondovaly se scénářem úniku NCHL a danými postupy při zásahu složek IZS.

Účelem využití ontologie bylo pro lepší představu shromáždění dosavadních známých informací do jednoho grafu. Její výstup by měl sloužit pro potřeby havarijního plánování a pro ujasnění vědomostí zasahujících složek IZS.

Literatura

- [1] About Ontopia. *Ontopia* [online]. 2013 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://www.ontopia.net/page.jsp?id=about>.
- [2] ADAMEC, Martin. *Statistický přehled činnosti* [online]. Ostrava, 2014 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/2013-4q-pdf.aspx>.
- [3] ARLOW, Jim a NEUSTADT Ila. *UML 2 a unifikovaný proces vývoje aplikací: objektově orientovaná analýza a návrh prakticky*. Vyd. 1. Překlad Bogdan Kiszka. Brno: Computer Press, a. s. 2007, 567 s. ISBN 978-80-251-1503-9.
- [4] *Automobilový benzín* [online]. Praha, 2012, 5 s. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.cappo.cz/res/data/000067.pdf>.
- [5] BARTA, Jiří a LUDÍK Tomáš. *Krizový scénář – modelování a simulace: Studijní pomůcka pro předmět Krizové scénáře* [online]. Brno: Univerzita Obrany, 2012, 47 s. [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26277/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_KS.pdf.
- [6] BLAŽKOVÁ, Kateřina a RŮŽIČKOVÁ, Petra. Prověřovací cvičení složek IZS. *Časopis 112* [online]. 2013, ročník XII, č. 5 [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-xii-cislo-5-2013.aspx?q=Y2hudW09NQ%3D%3D>
- [7] DUŽÍ, ČÍHALOVÁ, M.; MENŠÍK, M. Ontology as a logic of intensions. In: *Frontiers in Artificial Inteligence and Applications*. Amsterdam: IOS Press, 2011, vol. 225, pp. 1-20, 978-1-60750-689-8.
- [8] FOWLER, Martin. *Destilované UML*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2009, 173 s. Knihovna programátora (Grada). ISBN 978-80-247-2062-3.
- [9] Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. *Havarijní plánování* [online]. 2014 [cit. 2014-01-31]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/menu-krizove-rizeni-a-cnp-krizove-a-havarijni-planovani-krizove-a-havarijni-planovani.aspx>.
- [10] Harry George. *Dia Tutorial* [online]. 2002 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.seanet.com/~hgg9140/comp/diatut/all/all.html>.

- [11]HUSÁKOVÁ, Martina. *Osobní stránky a stránky pro podporu výuky* [online]. 2006 [cit. 2014-02-02]. Dostupné z: <http://lide.uhk.cz/fim/ucitel/fshusam2/index.html>.
- [12]KANISOVÁ, Hana. *UML srozumitelně*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2004, 157 s. ISBN 80-251-0231-9.
- [13]KUČEROVÁ, Helena. Metodiky ontologického inženýrství. *Ikaros* [online]. 2011, roč. 15, č. 5 [cit. 2014-01-03]. Dostupné z: <http://www.ikaros.cz/node/6801>. URN-NBN:cz-ik6801. ISSN 1212-5075.
- [14]MCGUINNESS, Deborah L. a Frank van HARMELEN. *OWL Web Ontology Language. W3C* [online]. 2004 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.
- [15]MV GŘ HZS ČR. *Odjezd z místa zásahu* [online]. Praha, 2007. [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/o-11-odjezd-pdf.aspx>.
- [16]MV GŘ HZS ČR. *Přijetí zprávy o události* [online]. Praha, 2007. [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/o-01-prijeti-zpravy-pdf.aspx>.
- [17]MV GŘ HZS ČR. *Zásah s přítomností nebezpečných látek* [online]. Praha, 2004. [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/soubor/l-01-zasah-s-nl-pdf.aspx>.
- [18]Nebezpečné látky. *Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR*, [online]. 2014 [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/nebezpecne-latky.aspx?q=Y2hudW09NQ%3d%3d>.
- [19]REJNKOVÁ, Petra. *Příklady použití diagramů UML 2.0* [online]. 2009 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://uml.czweb.org/index.html>.
- [20]SLUKA, Vilém. *Výkladový terminologický slovník některých pojmů používaných v analýze a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií* [online]. Praha, 2004 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: http://www.vubp.cz/index.php/component/docman/doc_download/153-vykladovy-terminologicky-slovník-nkterych-pojm-pouivanych-v-analyze-a-hodnoceni-rizik-pro-ueely-z.
- [21]SMETANA, Marek, KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše a KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše. *Havarijní plánování: varování, evakuace, poplachové plány, povodňové plány*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010, 166 s. ISBN 978-802-5129-890.

- [22]Stanford University. *Protégé* [online]. 2014 [cit. 2014-02-05]. Dostupné z: <http://protege.stanford.edu>.
- [23]Stanford University. *Chimaera* [online]. 2005 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://www.ksl.stanford.edu/software/chimaera/>.
- [24]STUHLÁ, Kateřina. *Analýza rizik v havarijním plánování* [online]. Ostrava, 2005 [cit. 2014-01-31]. Dostupné z: http://www.hzsmsk.cz/sklad/kraoo/publikace/112_Analyza_rizik_v_HP.doc
- [25]SVÁTEK, Vojtěch. *Ontologie a WWW* [online]. Praha, 2002 [cit. 2014-02-01]. Dostupné z: <http://nb.vse.cz/~svatek/onto-www.pdf>.
- [26]VALÁŠEK, Jarmil a KOVÁŘÍK, František. *Krizové řízení při nevojenských krizových situacích: účelová publikace pro krizové řízení*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2008, 104 s. ISBN 978-80-86640-93-8.
- [27]Zákon č. 239/2000 Sb., o Integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů (zákon o IZS), ve znění pozdějších předpisů.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Klasifikace MU dle druhu a typu se zaměřením na únik NL při přepravě	7
Obrázek 2: Srovnání celkového počtu událostí v kraji dle typu události v roce 2013	10
Obrázek 3: Popis benzínu - identifikační číslo nebezpečnosti (33) a UN číslo (1203)	12
Obrázek 4: Výstražné symboly nebezpečnosti benzínu podle ADR - ohrožující ŽP a značí hořlavou kapalinu	12
Obrázek 5: Způsoby reprezentace znalostí	14
Obrázek 6: Oblasti spojené s ontologickým inženýrstvím	15
Obrázek 7: Prvky diagramu aktivit	21
Obrázek 8: Vznik havárie	30
Obrázek 9: Přijetí hlášení a vyhlášení poplachu	31
Obrázek 10: Aktivace složek a provedení opatření pro řešení havárie	32
Obrázek 11: Hierarchie tříd	35
Obrázek 12: Objektové vlastnosti	36
Obrázek 13: Datové vlastnosti	37
Obrázek 14: Instance	38
Obrázek 15: OntoGraf	39

Seznam tabulek

Tabulka 1: Souhrn diagramů	19
Tabulka 2: Popis přijetí hlášení	25
Tabulka 3: Popis zaznamenání hlášení a aktivace složek	26
Tabulka 4: Popis řešení havárie	27
Tabulka 5: Popis ukončení řešení havárie	28

Seznam příloh

Příloha 1 Adresářová struktura přiloženého DVD	49
Příloha 2 Tištěná podoba diagramu aktivit a diagramu tříd přikládané do kapsy na deskách práce	

Příloha 1 Adresářová struktura přiloženého DVD

/Soubor	Diagram aktivit v Dia ve formátu. <i>DIA</i>
/Soubor	Diagram tříd v Dia ve formátu. <i>DIA</i>
/Soubor	Soubor v Protégé ve formátu. <i>OWL</i>
/Vypracování	Textová podoba ontologie ve formátu. <i>XML</i>
/Vypracování	Diagram aktivit ve formátu. <i>PNG</i>
/Vypracování	Diagram tříd ve formátu. <i>PNG</i>